

Koreksi Efek *Pull Up* dengan Menggunakan Metode *Horizon Based Depth Tomography*

Sando Crisiasa Rahmawan Yanuar, Bagus Jaya Santosa
Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
E-mail: bjs@physics.its.ac.id

Abstrak— Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menghilangkan atau mengkoreksi anomali efek *pull up* pada penampang seismik sehingga didapatkan citra bawah permukaan yang lebih akurat. Efek *pull up* biasanya terjadi pada litologi batu pasir akibat perbedaan kecepatan yang cukup besar pada shale dan karbonat, karena adanya perbedaan kecepatan secara lateral yang cukup besar mengakibatkan terjadinya kesalahan dalam pembuatan model kecepatan sehingga citra bawah permukaan yang dihasilkan menjadi tidak akurat, oleh karena itu dibutuhkan metode yang lebih efektif dan akurat untuk menyelesaikan permasalahan ini. Pada penelitian ini digunakan metode *horizon based tomography* atau pada umumnya bisa juga disebut sebagai metode *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM). Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk melakukan koreksi efek *pull up* meliputi pembuatan model awal kecepatan gelombang seismik atau biasa disebut *picking velocity stack*, lalu dilakukan proses *stacking* dan pembuatan model kecepatan RMS (*Root Mean Square*), setelah itu dilakukan migrasi domain waktu atau *Pre-Stack Time Migration* (PSTM), lalu interpretasi horizon dan pembuatan model kecepatan interval menggunakan persamaan *dix*, kemudian dilakukan proses migrasi domain kedalaman atau *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM), lalu tahapan terakhir adalah proses perbaikan model kecepatan menggunakan metode *horizon based tomography*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah citra bawah permukaan seismik yang sudah dilakukan proses koreksi efek *pull up*.

Kata Kunci: *Pre-Stack Depth Migration (PSDM), Horizon Based Depth Tomography, Transformasi dix*

I. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi permasalahan mengenai *recovery* cadangan hidrokarbon dunia, suatu metode diluncurkan oleh para ahli geofisika. Metode tersebut dinamakan metode seismik. Metode tersebut untuk saat ini merupakan metode geofisika yang paling sering digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon di dunia. Sedangkan beberapa metode lain sedang dicoba dikembangkan untuk melaksanakan eksplorasi hidrokarbon yang efisien dan efektif. Metode seismik adalah suatu metode dalam geofisika yang digunakan untuk mempelajari struktur dan strata bawah permukaan bumi. Metode ini memanfaatkan perambatan, pembiasan, pemantulan gelombang seismik. Dengan menggunakan metode ini akan memudahkan pekerjaan eksplorasi hidrokarbon karena dengan

metode seismik dapat diselidiki batuan yang diperkirakan mengandung hidrokarbon atau tidak, urutan penggunaan metode seismik adalah sebagai berikut, pengambilan data seismik (*seismic data acquisition*), pengolahan data seismik (*seismic data processing*), interpretasi data Seismik (*seismic data interpretation*).

Dalam penelitian ini penulis menggunakan langkah kedua dalam metode seismik, yaitu pengolahan data seismik dengan menggunakan metode migrasi. Migrasi adalah suatu teknik pemrosesan data seismik untuk memetakan *event-event* seismik pada posisi yang sebenarnya [1]. Proses migrasi menghasilkan penampang migrasi dalam kawasan waktu disebut dengan migrasi waktu/*Time Migration*. Migrasi ini umumnya dapat berlaku selama variasi kecepatan secara lateral kecil hingga sedang. Jika variasi kecepatan lateral besar dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan dalam pembuatan model kecepatan di bawah permukaan bumi sehingga citra bawah permukaan bumi yang dihasilkan menjadi jelek dan tidak akurat. Untuk mengatasi hal ini biasanya dilakukan teknik migrasi dalam kawasan kedalaman dengan menggunakan metode *horizon based depth tomography* atau lebih sering disebut dengan PSDM (*pre-stack depth migration*).

PSDM merupakan bagian dari proses pengolahan data seismik yang cukup menarik perhatian, karena disebabkan oleh justifikasi dan pertimbangan *depth image* yang dihasilkan PSDM mampu mendeskripsikan struktur geologi bawah permukaan secara akurat, kuat dan dapat dipercaya. Proses migrasi ini memiliki tiga maksud utama, yaitu untuk mengestimasi kecepatan migrasi, menghasilkan *image* struktur geologi, dan menghadirkan suatu *image* yang amplitudo atau atributnya mampu memberikan suatu petunjuk mengenai sifat-sifat batuan dan fluida. Kurang sempurnanya pencitraan bawah permukaan bumi pada metode *pre-stack time migration* (PSTM) dapat berakibat fatal dalam proses eksplorasi hidrokarbon, salah satunya adalah semakin besar pengeluaran yang dikeluarkan akibat dari kesalahan pencitraan reflektor target di bawah permukaan bumi. Oleh karena itu pemahaman mengenai metode *pre-stack depth migration* (PSDM) perlu dipelajari lebih lanjut agar dapat mengurangi kesalahan pencitraan bawah permukaan dalam proses eksplorasi hidrokarbon.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Kecepatan Gelombang Seismik

Kecepatan adalah nilai perubahan/kedudukan tiap satuan waktu. Pada pengolahan data seismik dikenal beberapa konsep dasar yang sering digunakan yaitu:

1. Kecepatan interval atau V_{int} (*interval velocity*) adalah laju rata-rata antara dua titik yang diukur tegak lurus terhadap kecepatan lapisan yang dianggap sejajar, ditulis sebagai:

$$V_n^2 = \frac{(\tau_n V_n^2) - (\tau_{n-1} V_{n-1}^2)}{(\tau_n) - (\tau_{n-1})} \quad (1)$$

dengan v_n adalah kecepatan interval tiap lapisan yang dibatasi oleh lapisan (n-1) dan lapisan n, τ_n dan τ_{n-1} adalah waktu tempuh dua arah untuk data *zero-offset*, serta V_n dan V_{n-1} adalah kecepatan RMS yang terkait dengan tiap lapisan.

2. Kecepatan RMS (*Root Mean Square*), yaitu akar dari kuadrat rata-rata kecepatan interval. Kecepatan rms selalu lebih besar daripada kecepatan rata-rata kecuali untuk kasus satu lapisan, kecepatan rms dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{rms}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n v_i^2 t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (2)$$

dimana:

V_i = Kecepatan masing-masing lapisan

t_i = Waktu tempuh masing-masing lapisan

3. Kecepatan NMO (*Normal Move Out*) adalah nilai kecepatan empiris yang memenuhi dengan tepat hubungan antara T_x dan T_0 pada persamaan NMO, hal ini dapat dituliskan sebagai:

$$V_{NMO} = \sqrt{\frac{x^2}{(t_x^2 - t_0^2)}} \quad (3)$$

4. Kecepatan stack (*stacking velocity*) adalah nilai kecepatan empiris yang memenuhi dengan tepat hubungan antara waktu tempuh pada jarak x (T_x) dan waktu mula-mula (T_0) pada persamaan *normal move out*

$$T_x^2 = T_0^2 + \left[\frac{x}{V_{NMO}} \right]^2 \quad (4)$$

dimana:

T_x = waktu tempuh dua arah pada jarak x

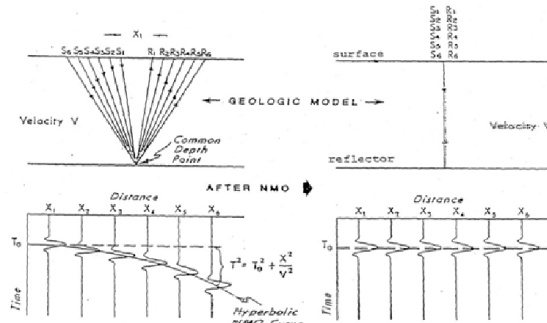
T_0 = waktu tempuh dua arah pantulan normal

x = jarak dari offset nol ke offset x.

2.2 Koreksi Normal Move Outs (NMO)

Koreksi *Normal Move Out* dilakukan untuk menghilangkan efek jarak *offset* yang berbeda-beda dari tiap *receiver*. Karena semakin jauh jarak *offset* suatu *receiver* maka semakin besar waktu yang diperlukan gelombang untuk merambat dari *shot point* untuk sampai ke *receiver*, sehingga efek yang ditimbulkan dari peristiwa ini adalah reflektor yang terekam seolah-olah berbentuk hiperbolik. Koreksi *Normal Move Out* menghilangkan pengaruh *offset* seolah-olah gelombang pantul datang dari arah vertikal. Dengan kata lain seolah-olah antara sumber (*shot point*) dengan *receiver* berada pada titik yang sama atau yang disebut dengan *Zero Offset*. Secara matematis *Normal Move Out* di rumuskan:

$$(T_x)^2 = (T_o)^2 + \left(\frac{X}{V} \right)^2 \quad (5)$$



Gambar 1. Koreksi NMO

Dimana T_x adalah *Arrival Time*, X adalah panjang *Offset*, dan V adalah kecepatan rambat pada lapisan. Dari persamaan tersebut kita dapat melihat bahwa besarnya koreksi hanya tergantung pada dua variabel, yaitu jarak *offset* dan kecepatan lapisan. Kecepatan NMO tidak bernilai konstan tetapi bergantung pada jarak (*offset*) antara sumber dan penerima. Karena hasil dari koreksi NMO sensitif terhadap kecepatan yang digunakan maka fenomena ini dapat digunakan untuk menentukan kecepatan yang mendekati sebenarnya. Kecepatan NMO yang sesuai akan memberikan hasil *event* refleksi yang segaris sehingga ketika dilakukan proses *stack* akan memberikan hasil refleksi yang paling besar. Proses penentuan kecepatan NMO yang tepat dapat ditentukan dengan metode *stack* kecepatan konstan.

2.3 Kirchhoff Pre-Stack Migration

Migrasi Kirchhoff pada dasarnya merupakan prosedur penjumlahan difraksi. Pada tempat-tempat *zero-offset* kurva difraksi berbentuk hiperbolik sehingga diperoleh persamaan:

$$T = \sqrt{T_0^2 + \frac{(x+x_0)^2}{v^2}} \quad (6)$$

dengan T adalah waktu termigrasi, T_0 adalah waktu terjadi difraksi, x adalah posisi, V adalah kecepatan, dan X_0 adalah tempat dari titik difraksi.

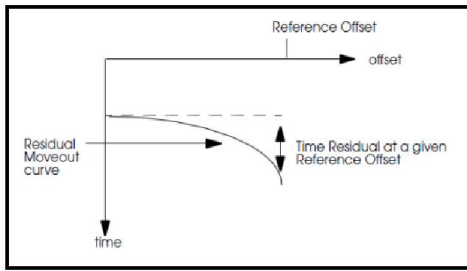
Kirchhoff *pre-stack migration* menjumlahkan keseluruhan titik data di sepanjang kurva difraksi *Pre Stack* dan menandai hasilnya ke puncak (di *zero-offset*). Pada migrasi dalam kawasan waktu, kecepatan rms dan persamaan *double square-root* (persamaan 9) dipakai untuk menghitung permukaan difraksi, sedangkan pada migrasi dalam kawasan kedalaman, penjalaran gelombang sebenarnya (dari *ray tracing*) dari setiap sumber ke tiap *receiver* digunakan untuk menentukan permukaan difraksi.

$$T = \sqrt{T_0^2 + \frac{(x_r+x_0)^2}{v_{rms}^2}} + \sqrt{T_0^2 + \frac{(x_s+x_0)^2}{v_{rms}^2}} \quad (7)$$

dengan V_{rms} adalah kecepatan *rms*, x_s adalah posisi sumber dan x_r adalah posisi *receiver* [2].

2.4 Analisis Residual Moveout

Analisis *residual moveout* adalah analisis kecepatan yang dilakukan pada model kecepatan yang belum tepat. Analisis *residual moveout* digunakan untuk menemukan kesalahan kecepatan dalam model kecepatan. Analisis ini mengidentifikasi *residual moveout* yang dibutuhkan agar *event* refleksi pada data *depth gathers* lurus.

Gambar 2 Konsep *time residuals*

Metode dalam melakukan *residual moveout* menggunakan *semblance*. Jika *semblance* tidak berada pada *zero depth-error* artinya masih terdapat kesalahan dalam penentuan kecepatan. Kesalahan dalam kecepatan didefinisikan dengan menggunakan *time residuals*. *Time residual* adalah pengukuran *moveout* yang masih tersisa pada *event* refleksi setelah koreksi NMO diaplikasikan atau setelah migrasi. Ketika model kecepatan yang digunakan tidak tepat, maka *event* refleksi tidak lurus. Kesalahan ini dihitung dari perbedaan waktu pada lokasi *event* refleksi pada *near-offset* dan *far-offset*.

Offset referensi yang biasanya *far-offset*, digunakan untuk mengukur *residual*-nya. *Residual moveout* positif mengindikasikan bahwa kecepatan yang digunakan terlalu tinggi, begitu pula sebaliknya. Adapun persamaan *residual moveout* yang dituliskan seperti berikut:

$$\Delta t_x(h) = \frac{x^2}{t_0 v^3} \Delta V_R \quad (8)$$

dimana, t_0 = waktu tempuh *zero-offset*, h = *offset* yang bervariasi, Δt = *residual time moveout* sebagai perbedaan antara *zero-offset* dengan waktu pada *offset* tertentu, V = kecepatan RMS untuk migrasi, ΔV_R = Kecepatan RMS sisa.

2.5 Tomografi Refleksi

Tomografi waktu tempuh refleksi berdasarkan perturbasi parameter model awal dengan jumlah yang kecil dan mencocokkan perubahannya dalam waktu tempuh terhadap pengukuran waktu tempuh dari analisis *residual moveout* pada *image gathers*. Kita harus melakukan yang terbaik saat *model building* sehingga hanya tersisa sedikit perbedaan yang akan dibuat terhadap model dengan tomografi. Khususnya, *update* tomografi dapat diharapkan bekerja menyediakan perubahan, yang akan dibuat terhadap parameter model awal, yaitu *slowness* (s) dan kedalaman (z) pada batas lapisan, yang kecil jika dibandingkan terhadap parameter modelnya. Tomografi waktu tempuh refleksi dalam implementasinya, parameter model akan diperturbasi saat *offset*-nya tetap.

Update tomografi (Δp) ke parameter model, yaitu perubahan pada *slowness* (s) dan kedalaman batas lapisan (z), dihasilkan dengan persamaan inversi linier (*Generalized Linier Inversion/GLI*). Berikut ini adalah persamaannya:

$$\Delta p = [L^T L]^{-1} L^T \Delta t \quad (9)$$

Δt adalah kolom vektor *residual moveout times* yang dihitung dari *image gathers*. L adalah matriks acak yang elemennya terdiri dari *slowness* dan kedalaman yaitu parameter pada

model awal. T merupakan matriks transpose. Berikut adalah prosedur untuk model update based tomografi:

- Lakukan PSDM menggunakan model awal dan hasilkan *depth gathers*.
- Komputasikan *residual moveout* untuk semua *offset* sepanjang *event* refleksi pada *depth gather*. Maka kita telah membuat vektor *travel time error* (Δt). Misal, model kecepatan terdiri dari 10 lapisan, 1000 CMP dengan 30 *fold*. Artinya panjang vektor *travel time error* 300000.
- Definisikan model awal dengan suatu set parameter *slowness* dan kedalaman, dan buat koefisien matriks L dengan mengkomputasikan elemen matriks tak nol Z_m dan S_m seperti pada persamaan berikut:

$$Z_m = (Z_m - Z_{m-1}) \sec \theta_m \quad (10)$$

$$S_m = (S_m \cos \theta_m) - (S_{m+1} \cos \theta_{m+1}) \quad (11)$$

$$\begin{pmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta t'_n \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cdots & Z_m & \cdots & S_m & \cdots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \Delta s_m \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix}$$

Notasi matriksnya sebagai berikut :

$$\Delta t' = L \Delta p \quad (12)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data & Alat

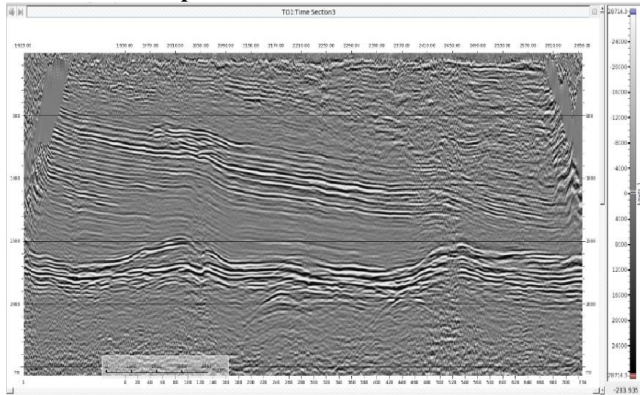
Data yang digunakan dalam proses penelitian ini berupa data *time gathers* dengan first CMP: 1923, last CMP: 2808, interval: 17,52, no. traces: 886, time (min): 0 ms, time (max): 4998 ms dan sample rates: 2.00. Dalam mengerjakan penelitian peneliti menggunakan alat berupa 1 set perangkat keras berupa 1 buah PC desktop, 2 buah monitor 19 inch dan perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah Geodepth 2D keluaran Paradigm.

3.2 Alur Kerja

Proses pengerjaan penelitian ini dimulai dari proses analisa kecepatan yang bertujuan untuk memperoleh model kecepatan stack yang nantinya akan dilakukan perhitungan ulang sehingga didapatkan model kecepatan RMS (root mean square). Dalam melakukan proses analisa kecepatan dilakukan proses picking *semblance* dan koreksi NMO. Model kecepatan RMS merupakan input kecepatan yang digunakan dalam proses *pre-stack time migration* (PSTM). Setelah dilakukan proses PSTM maka selanjutnya adalah dilakukan proses *pre-stack depth migration* (PSDM), dalam melakukan proses PSDM input yang kecepatan yang dimasukkan adalah model kecepatan interval. Model kecepatan interval diperoleh dari model kecepatan RMS yang ditransformasi menggunakan persamaan transformasi dix . Setelah dilakukan proses PSDM dilakukan proses perbaikan model kecepatan menggunakan metode *horizon based depth tomography*, proses perbaikan model kecepatan dilakukan secara iterasi hingga didapatkan model kecepatan yang sesuai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kecepatan

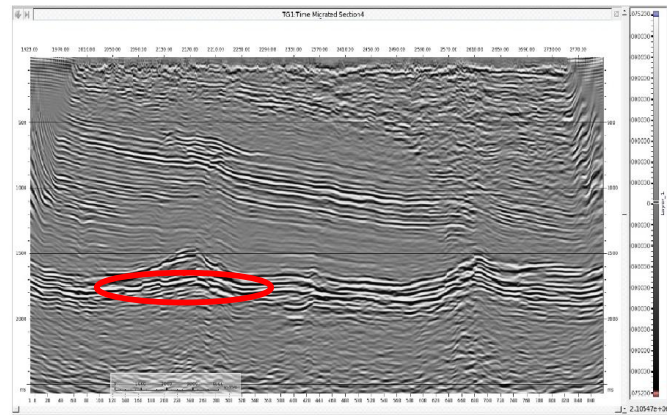


Gambar 4. Citra bawah permukaan menggunakan model kecepatan *stack*

Proses analisa kecepatan ini bertujuan untuk membuat model kecepatan *stack* atau model awal kecepatan bawah permukaan bumi. Dalam menghasilkan model kecepatan *stack* dilakukan proses *picking semblance* dan koreksi NMO yang dilakukan setiap 10 CDP dari total CDP berjumlah 885. Pada proses penelitian ini model kecepatan merupakan salah satu faktor yang penting agar dapat menghasilkan penampang migrasi yang baik sehingga dapat menggambarkan struktur bawah permukaan yang benar. Dari model kecepatan *stack* yang telah didapat, kemudian digunakan dalam pembuatan model awal citra bawah permukaan bumi. Dari hasil citra bawah permukaan bumi yang didapat terlihat bahwa citra bawah permukaan bumi masih terlihat jelek dan masih ada efek difraksi pada beberapa reflector miring. Hal ini disebabkan karena memang model kecepatan yang digunakan masih model awal dan masih belum dilakukan proses migrasi.

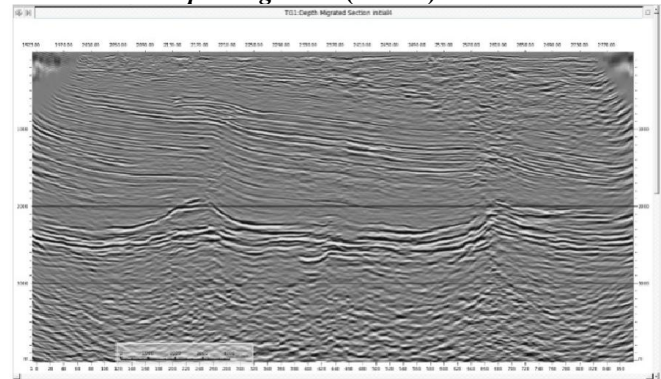
4.2 Pre-Stack Time Migration (PSTM)

Dalam melakukan proses PSTM model kecepatan yang digunakan adalah model kecepatan RMS (*root mean square*) yang didapatkan dari nilai kecepatan *stacking* yang diubah dalam nilai kecepatan rata-rata dari seluruh lapisan berdasarkan asumsi bahwa seluruh lapisan bawah permukaan adalah horizontal dan tidak ada variasi kecepatan secara lateral. Setelah didapatkan model kecepatan RMS kemudian dilakukan proses PSTM sehingga didapatkan citra bawah permukaan bumi yang lebih baik. Dari hasil citra bawah permukaan menggunakan metode migrasi domain waktu terlihat bahwa reflektor-reflektor yang sebelumnya tampak kurang jelas menjadi terlihat cukup jelas, selain itu efek difraksi yang sebelumnya terdapat pada daerah kemiringan yang cukup tajam sudah tidak terlihat lagi. Namun dari citra bawah permukaan bumi yang didapatkan masih terlihat bahwa kemenerusan reflektor pada daerah permukaan masih terlihat kurang jelas, selain itu juga terdapat efek *pull up* (diperlihatkan pada lingkaran merah pada gambar 8) pada penampang seismik yang dihasilkan, efek *pull up* terjadi karena adanya perbedaan kecepatan antar lapisan yang cukup tinggi sehingga terbentuk antiklin semu padahal pada keadaan sesungguhnya hanyalah lapisan datar.



Gambar 5. Citra bawah permukaan hasil PSTM

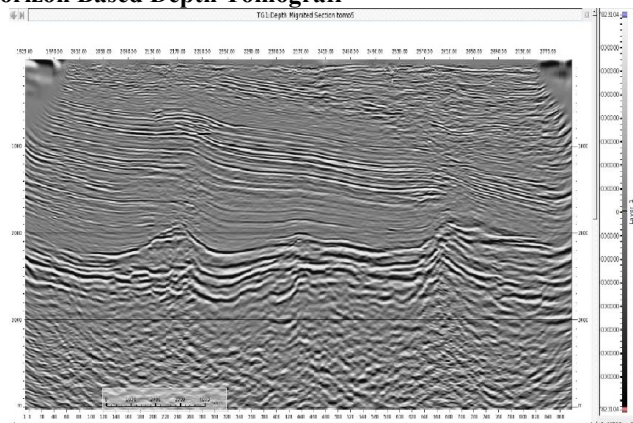
4.3 Pre-Stack Depth Migration (PSDM)



Gambar 6. Citra bawah permukaan hasil PSDM

Dalam melakukan proses *pre stack depth migration* perlu dilakukan pembuatan model kecepatan interval yang nantinya digunakan sebagai inputnya. Model kecepatan interval didapatkan dari model kecepatan RMS yang dilakukan transformasi menggunakan persamaan transformasi *dix* (persamaan [2]). Perbedaan mencolok antara model kecepatan RMS dengan model kecepatan interval adalah pada model kecepatan RMS pembuatan model kecepatan dilakukan dengan cara merata-rata pada masing-masing lapisan secara vertical padahal karakteristik kecepatan antara tiap lapisan berbeda-beda, selain itu pada kecepatan RMS *ray tracing* dianggap tidak memperhitungkan efek distorsi ketika sinar atau gelombang menumbuk suatu lapisan. Sedangkan pada pembuatan model kecepatan interval dilakukan dengan cara merata-rata kecepatan setiap lapisan secara horizontal sehingga didapatkan model yang lebih akurat pada tiap lapisannya, selain itu dalam pembuatan model kecepatan interval *ray tracing* dianggap memiliki efek distorsi ketika menumbuk suatu lapisan. Dari citra bawah permukaan hasil proses PSDM (gambar 10) terdapat beberapa peningkatan kemenerusan reflektor yang semakin jelas. Hal ini menandakan berarti pembuatan model kecepatan interval sudah cukup bagus. Namun efek *pull up* atau ikut naiknya reflektor karena pengaruh kecepatan lapisan di atasnya masih tetap ada, hal ini terjadi karena memang model kecepatan yang digunakan hanya model awal dan belum dilakukan proses perbaikan model kecepatan menggunakan metode tomografi.

4.4 Perbaikan Model Kecepatan Menggunakan Metode Horizon Based Depth Tomografi



Gambar 7. Citra bawah permukaan hasil tomografi

Model awal kecepatan interval yang telah dibuat masih bukan merupakan model kecepatan interval yang sesuai dengan kecepatan sebenarnya, karena model kecepatan interval yang dibuat dengan menggunakan metode transformasi Dix bukan merupakan satu-satunya solusi yang terbaik. Sehingga masih ada beberapa reflektor yang kurang jelas kemenerusannya dan masih terdapat efek *pull up* pada penampang seismik, hal ini tentunya dapat mempengaruhi proses analisa dan interpretasi data seismik pada saat akan dilakukan proses produksi.

Oleh karena itu sangat perlu dilakukan proses pembaruan model kecepatan agar model kecepatan yang diperoleh dapat mendekati kecepatan yang sebenarnya. Kecepatan interval merupakan parameter yang paling penting dalam proses PSDM, dengan menggunakan metode *Horizon Based-Depth Tomography* kecepatan interval akan terus diperbaiki sampai diperoleh depth gather yang datar atau *error residual* kecepatan interval yang mendekati nol. Setelah dilakukan proses *structure model builder* dilakukan proses *picking semblance* di sepanjang horizon yang telah diinterpretasi, proses ini bertujuan untuk menganalisa ulang model kecepatan interval agar didapatkan *error residual* dari kecepatan interval mendekati nol, yang berarti *error* pada pembuatan model kecepatan interval sudah mendekati nol dan sudah didapatkan model kecepatan interval yang paling optimal pada setiap lapisan. Pada proses *picking semblance* ini yang menjadi acuan atau QC apakah proses *picking semblance* ini sudah benar atau tidak adalah dengan melihat apakah gather sudah terlihat datar atau tidak. Jika gather terlihat melengkung keatas berarti kecepatan yang dipilih pada *picking semblance* masih terlalu rendah, jika gather terlihat melengkung kebawah berarti kecepatan yang dipilih pada *picking semblance* masih terlalu tinggi.

Setelah dilakukan proses *picking semblance* dilakukan proses *running tomografi* menggunakan metode *Horizon Based-Depth Tomography*. Dengan menggunakan metode ini dapat memperkecil besarnya *error* pada model kecepatan interval, *ray tracing* pada tiap lapisan digunakan untuk membuat matrix tomografi di sepanjang lintasan gelombang. Error tiap lapisan diselesaikan secara simultan menggunakan *least squares* untuk meminimalisasi kesalahan waktu tempuh

yang melewati seluruh model sehingga didapatkan model kecepatan yang terbaik pada masing-masing horizon. Proses perbaikan kecepatan dilakukan secara berulang-ulang hingga didapatkan model kecepatan yang paling optimal dimana terlihat pada *gather* yang sudah lebih datar dan *error residual* yang sudah mendekati nilai nol. Setelah dilakukan proses PSDM terlihat bahwa kemenerusan reflektor pada penampang seismik setelah proses perbaikan kecepatan sudah semakin jelas, selain itu setelah dilakukan proses perbaikan kecepatan tidak ada lagi efek *pull up*, sehingga tujuan dari penulisan penelitian ini sudah tercapai.

V. KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari proses penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

- Proses PSDM mampu menghasilkan citra bawah permukaan yang baik dibandingkan pada proses PSTM.
- Proses perbaikan kecepatan menggunakan metode horizon based-depth tomography merupakan proses yang paling penting dalam proses PSDM ini.
- Perbedaan metode PSTM dengan metode PSDM hanya terletak pada pendekatan yang digunakan dalam pembuatan model kecepatan. Pada PSTM tidak memperhitungkan efek disperse pada ray tracing dalam membuat model kecepatan sedangkan pada PSDM memperhitungkan efek disperse pada ray tracing dalam pembuatan model kecepatan.
- Efek pull up dapat mengakibatkan kesalahan dalam proses interpretasi data seismik pada saat akan dilakukan proses produksi.

5.2 Saran

- Dalam proses *picking semblance* pada tahap analisa kecepatan diharapkan konsisten pada pemilihan kecepatan awal dan akhir karena dapat menghasilkan model kecepatan yang jelek.
- Diharapkan dilakukan *time to depth conversion* lanjutan dengan melakukan proses *tie* dengan data sumur agar didapatkan konversi kedalaman yang lebih akurat

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Pertamina UTC yang telah menyediakan fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Prof. Dr.rer.nat Bagus Jaya Santosa,S.U. karena atas bimbingannya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Claerbout, J.F., 1985. *Imaging the Earth's Interior*. Blackwell Scientific Publications. London.
- [2] Sheriff, R. E and Geldart, L. P., 1995, *Exploration Seismology*, Second edition, Cambridge University Press, Cambridge.